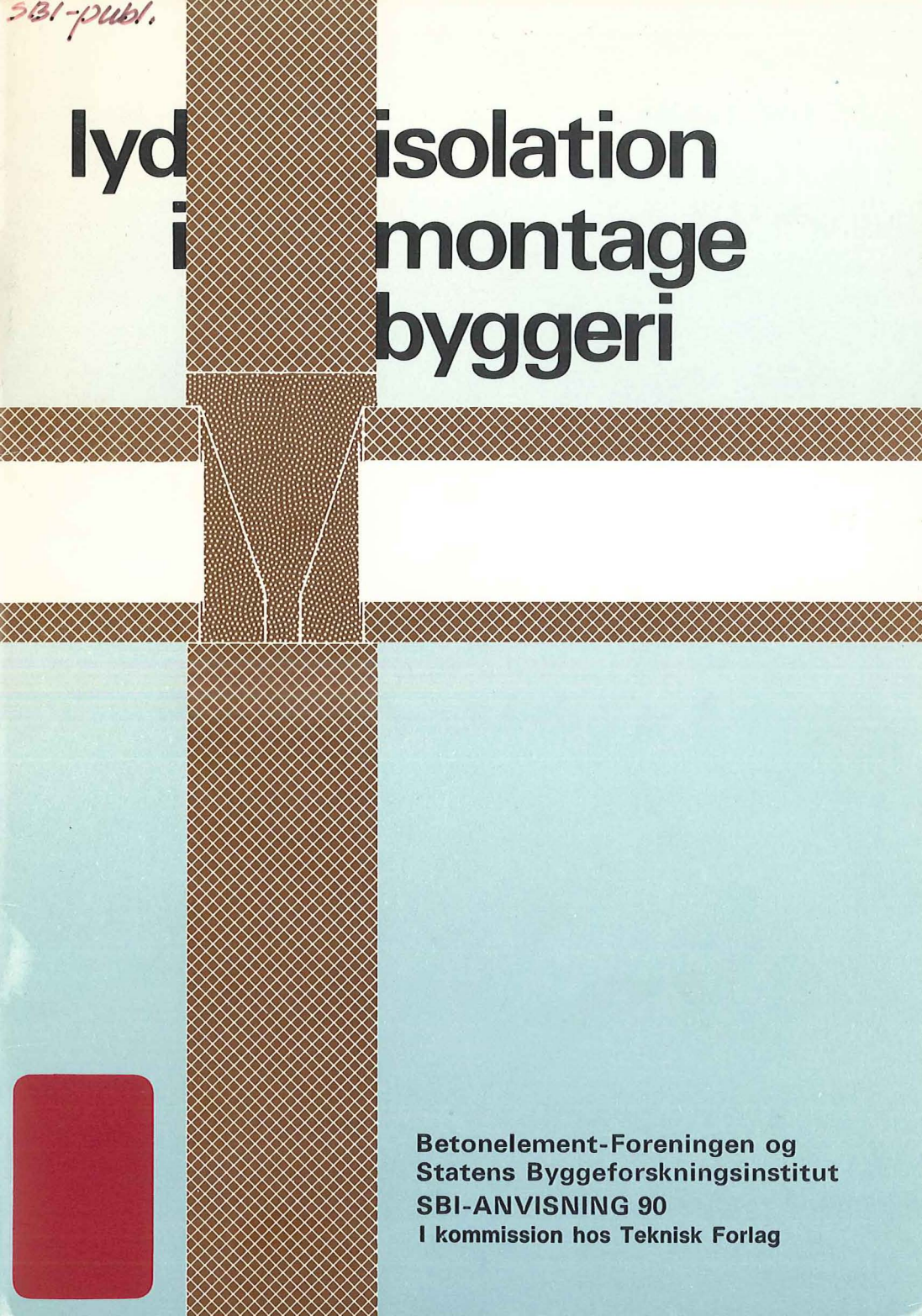


# lyd i isolation montage byggeri



**Betonelement-Foreningen og  
Statens Byggeforskningsinstitut  
SBI-ANVISNING 90  
I kommission hos Teknisk Forlag**

# Lydisolation i montagebyggeri

Betonelement-Foreningen og  
Statens Byggeforskningsinstitut

Maj 1972

SBI-ANVISNING 90

*ex 3*  
14. JUN. 1972 *00686P*  
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

## INDHOLD

Forord	3
1. Lydisolation	4
1.1. Transmission af lyftlyd	
1.2. Transmission af bygningslyd	6
1.3. Transmission af trinlyd	
2. Fuger generelt	8
2.1. Udstøbning	9
2.2. Vibrering	10
2.3. Letflydende fugemørtel	
2.4. Tilsætningsmidler	
2.5. Tætning	11
2.6. Elastisk underlag	
3. Etagekryds	12
3.1. Dækelementer	
3.2. Vederlagsbredde	13
3.3. Knasfuge	14
3.4. Opklodsning	
3.5. Understopning	15
3.6. Etagekrydstyper	16
4. Samling dæk-dæk	17
5. Samling væg-væg	18
6. Samling dæk-facade væg-facade	19
7. Lette skillevægge	22
8. Trapper	24
9. Altaner og terrasser	26
10. Baderum og kabiner	27
11. Installationer	30
Mere om lyd	32

ISBN 87 563 0080 8

Hvor intet andet er anført, er tegningerne i denne anvisning udført i mål 1:10.

## FORORD

Indeklimaet i boliger bestemmes af en række faktorer, der hidtil ikke alle er behandlet tilstrækkeligt grundig på projekterings- og udførelsesstadiet. En af disse faktorer er boligens lydisolation.

I dansk boligbyggeri, der formentlig på en række områder som boligens indretning, arkitektur, udstyr og varmeisolation har nået et acceptabelt niveau, er der med hensyn til lydisolationen mellem boligheder i langt de fleste tilfælde væsentlige mangler, til trods for at der med bygningsreglementet af 1961 fremkom specificerede krav til lydisolationen. Desværre er bestemmelser i et bygningsreglement ikke i sig selv tilstrækkelige til at sikre en passende lydisolation. En væsentlig årsag hertil ligger i det forhold, at en konstruktionsdel, fx et dæk eller en væg, eller måske en dør, udmærket kan tænkes at opfylde et normkrav, når afprøvning foretages i laboratorium. Ved kontrol i det færdige bygværk viser det sig ofte, at den opnåede lydisolation mellem boliger er ringere end forventet.

Disse forhold gælder for alle konstruktioner, murede, pladsstøbte eller præfabrikerede. Årsagerne er for det første, at samlingerne mellem enkelte konstruktionsdele, eller elementer, kan være mangelfuldt udført – utætte – og for det andet kan de ved projekteringen benyttede løsninger være af en art, der ikke selv ved tilfredsstillende arbejdsudførelse kan forblive varigt tætte.

Denne anvisning tilstræber at forbedre disse to forhold, og den henvender sig derfor i lige høj grad til projekterende og udførende.

Anvisningen er blevet til ved et samarbejde mellem følgende institutioner: *Betonelement-Foreningen*, *Statens Byggeforskningsinstitut*, *Boligministeriet*, *Danmarks Ingeniørakademi* og *Lydteknisk Laboratorium under ATV*.

Det arbejdsudvalg, som har udarbejdet anvisningen, har haft følgende sammensætning:

Arkitekt, m.a.a. Povl Abrahamsen; civilingeniør Jørgen Kristensen, Byggeriets Akustiske Målestation, SBI; civilingeniør F. I. Brink Laursen, Betonelement-Foreningen; ingeniørdocent, cand. polyt. Henrik Nissen, Danmarks Ingeniørakademi.

Udvalget har begrænset opgaven til behandling af de problemer vedrørende lydtransmission, der specielt knytter sig til montagebyggeri, med særligt henblik på boligbyggeri og kontor- og institutionsbyggeri af samme karakter.

Der er fortrinsvis behandlet almindeligt forekommende samlingsdetaljer. Dette har resulteret i forslag til forbedringer af konstruktioner, materialer og arbejdsudførelse.

Primært kan de projekterende og de udførende gennem mindre ændringer i konstruktion og planlægning, samt ved større omhu under arbejdsudførelsen medvirke til forbedringer af lydforholdene i montagebyggeri.

Den lydisolation, der kan opnås i en bygning, afhænger i væsentlig grad af de enkelte bygningsdeles lydtransmissionssegenskaber. Det har vist sig praktisk at underopdele begrebet lydisolation i *luftlydisolation* og *bygningsslydisolation*. Ved luftlydisolation forstås isolation mod lyd, som frembringes i luft og herfra udbredes til de omgivende bygningsdele. Ved bygningsslydisolation forstås isolation mod lyd, som frembringes i en bygningsdel, fx ved en fast genstands stød eller gnidning mod en bygningsdel. *Trinlyd* er en speciel del af bygningsslyden. De nødvendige isolationsforanstaltninger er forskellige i de to tilfælde; derfor er det praktisk at skelne mellem isolation mod *luftlyd*, *bygningsslyd* og *trinlyd*.

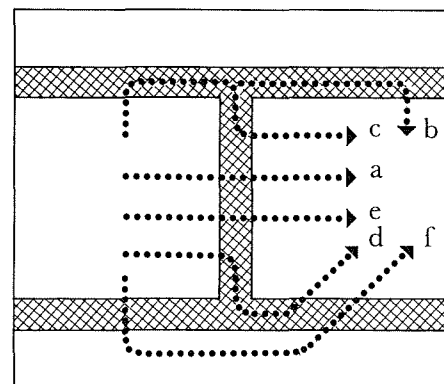
#### 1.1 TRANSMISSION AF LUFTLYD

En bygningsdel, som adskiller to rum, skal for at kunne give en tilfredsstillende lydisolering have et tilstrækkeligt reduktionstal. Anvendelse af en bygningsdel med et højt reduktionstal er imidlertid ikke tilstrækkeligt til at garantere tilfredsstillende luftlydisolation i det færdige byggeri.

Lydtransmission foregår ikke blot gennem den adskillende bygningsdel, men tillige gennem flankerende bygningsdele og samlinger.

Findes der i konstruktionerne utætheder, vil en væsentlig lydtransmission foregå herigennem. Tætte samlinger må derfor betragtes som en primær forudsætning for god lydisolering.

Den transmitterede lyd vil i almindelighed ikke kunne henføres til en bygningsdel, men være summen af transmissionsbidrag fra flere bygningsdele. Det er i almindelighed ikke muligt at forudberegne størrelsen af de enkelte transmissionsvejes bidrag til den samlede transmission.



Figur 1

Figur 1 viser i et snit seks forskellige transmissionsmuligheder a-f mellem to naborum. I et rumligt system er antallet af transmissionsveje betydeligt større.

a: *Lydtransmission gennem den adskillende bygningsdel.*

Denne transmission udtrykkes ved reduktionstallet, som måles under laboratoriebetlinger. Herved kan bygningsdelens lydtekniske kvalitet fastlægges.

b-d: *Lydtransmissionen gennem flankerende og adskillende bygningsdele.* Denne lydtransmission kan være alvorlig ved forkert materiale- eller konstruktionsvalg. Transmissionsvejene kan afspærres ved indskydning af fuger udfyldt med blødt materiale.

e: *Lydtransmission gennem utætheder i bygningsdele.*

Denne transmission kan i de fleste tilfælde henføres til fejl i arbejdsudførelsen under fabrikation og montage, eller til fejl ved projektering og planlægning. Utætheder kan undgås gennem omhyggelig planlægning af og tilsyn med arbejdet.

f: *Lydtransmission gennem et tilgrænsende rum.*

Denne lydtransmission kan reduceres enten ved at øge de adskillende bygningsdeles lydisolering, eller ved at udføre en lyddæmpning i de tilgrænsende rum.

## 1.2 TRANSMISSION AF BYGNINGSLYD

Bygningslyd transmitteres både i de bærende og i de ikke bærende konstruktioner. Transmissionsforholdene afhænger af samlingerne mellem de enkelte bygningsdele, af materialerne og af bygningsdelenes geometri. Isolation mod bygningslyd kan i princip ske ved anvendelse af fuger udført af blødt og elastisk materiale mellem de enkelte bygningsdele. I kraftoverførende samlinger kan elastiske fuger kun anvendes i begrænset omfang, og muligheden for at nedsætte transmissionen af bygningslyd afhænger derfor af det konstruktive system.

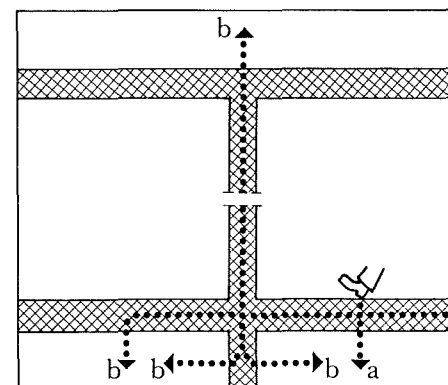
## 1.3 TRANSMISSION AF TRINLYD

En etageadskillelse skal være således udført, at trinlydniveauet i omliggende rum er tilfredsstillende lavt. Lydtransmissionen sker ikke blot ned gennem etageadskillelsen til underliggende rum, men også gennem bygningsdelene til omliggende rum.

Figur 2 viser i et lodret snit transmissionsmuligheder til omliggende rum. I et rumligt system er antallet af transmissionsveje betydeligt.

a: Transmission gennem den adskilende bygningsdel.

Denne transmission kan formindskes ved anvendelse af svømmende gulv, dvs en bøjningsstiv plade oplagt på et blødt og elastisk underlag, som forhindrer en direkte forbindelse mellem pladen og den bærende konstruktion eller de omgivende bygningsdele. Endvidere kan transmissionen reduceres ved anvendelse af en elastisk og lyddæmpende belægning og ved opsætning af et nedhængt loft i det underliggende rum. Svømmende gulve er sårbare over for fejl i udførelsen, idet blot en enkelt stiv forbindelse mellem den svømmende plade og de omgivende bygningsdele kan reducere gulvets lydtekniske værdi.

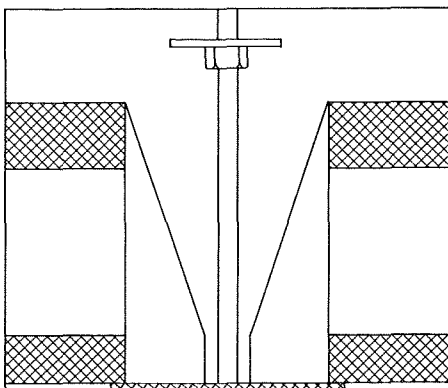


Figur 2

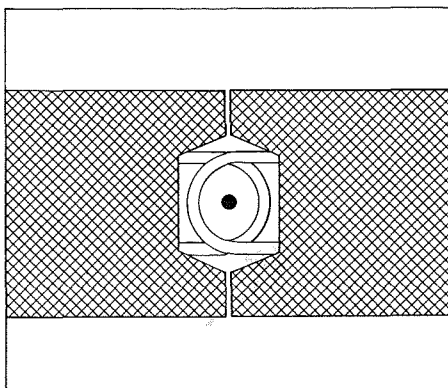
b: Transmission gennem bygningsdele via et eller flere etagekryds.

I etagekryds og tilsvarende samlinger fordeles lydenergien. Herved sker der en nedsættelse af transmissionen, når lyden passerer sådanne samlinger. Forsynes overflader med en tæt beklædning opsat med et lille luftmellemrum, vil der kunne opnås en yderligere formindskelse af transmissionen gennem de bagved liggende bygningsdele, på grund af en reduktion af udstrålingen fra overfladerne.

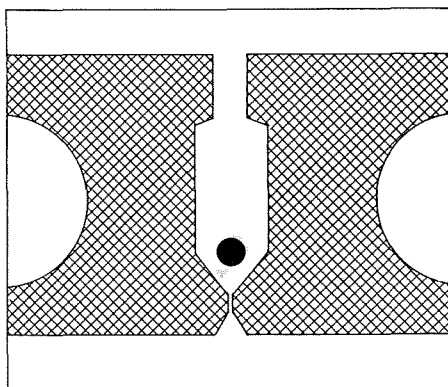




Figur 3 , mål 1:5



Figur 4 , mål 1:5



Figur 5 , mål 1:5

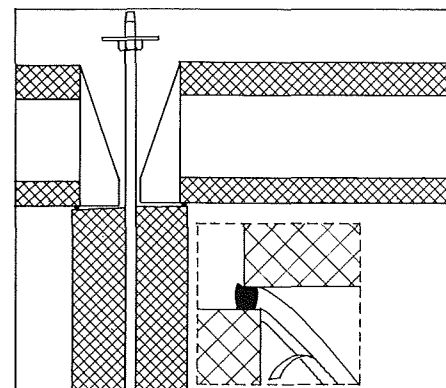
Udførelsen af montagebyggeriets fuger er afgørende for transmissionen af såvel luftlyd som bygningslyd. Normalt vil man kræve fugerne udført tætte for at hindre transmission af luftlyd, selvom fugerne måske derved lettere overfører bygningslyd. Denne må da reduceres på andre steder i konstruktionen, eller, hvis det er muligt, ved anvendelse af bløde fugematerialer. I betonelementbyggeriets kraftoverførende samlinger må man kræve en tæt udstøbning af fugerne og acceptere, at de derved i almindelighed lettere overfører bygningslyd, svarende til forholdene for en pladsstøbt konstruktion.

*Figur 3: Udstøbning af etagekryds. Der anvendes en relativ tyndtflydende fugebeton, men ingen forskalling eller anden tætning af fugerne.*

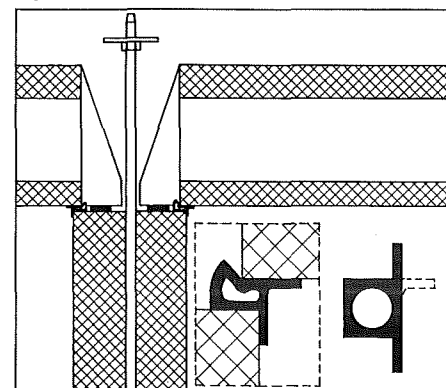
*Figur 4: Samling væg-væg, udformet med selvforskallende fuge.*

*Figur 5: Samling dæk-dæk, med armering og selvforskallende fuge.*

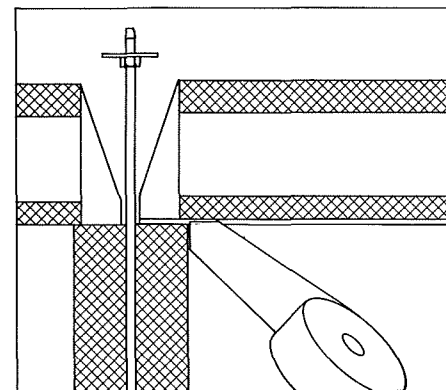
GOD PROJEKTERING = SAMLINGER SOM FORBLIVER TÆTTE



Figur 6



Figur 7



Figur 8

## 2.1 U DSTØBNING

Udstøbning af fugemørtel foregår ofte i tværsnit, der er dimensioneret meget små. Kravet om, at fugerne skal være selvforskallende, fører desuden til, at man på arbejdspladsen ofte arbejder med en for tyktflydende mørtel, hvad der yderligere forringer mulighederne for at få fugerne tætte. Endelig vil fuld udnyttelse af samlingernes montage-tolerance undertiden føre til en fugegeometri, som er uacceptabel ud fra akustiske krav, fx til dæknaster, der i et etagekryds berører hinanden, se senere under afsnit 3.

Erfaring fra praksis har vist, at gode resultater kan opnås ved anvendelse af passende fugebeton/mørtel og særdeles omhyggelig udførelse, herunder vibrering.

*Figur 6: Tætning med selvklæbende strimmel af skumnylon.*

*Figur 7: Forslag til tætning med fugeprofil af elastisk materiale.*

*Skitsen viser forslag til et profil, der kan tænkes anvendt ved opklodsede vederlag. Fugeprofilerne kan genanvendes.*

*Figur 8: Tætning med tape.*

*Kan tænkes anvendt til vederlag med knasfuger, samt til væg-væg fuger og dæk-dæk fuger, hvor betontrykket ikke er for stort i forhold til strimlens klæbeevne. Løsningen forudsætter en tape, der kan hæfte på fugtige overflader.*

VELUDFØRT TILSYN = ALLE FUGER U DSTØBTE

Kravene til en fugebeton, der giver tætte fuger, er de samme, som stilles til fugebeton ud fra statiske hensyn, og metoderne til opfyldelse af disse krav vil indtil videre være de velkendte: vibrering, letflydende fugemørtel, tilsætningsmidler. På længere sigt vil det måske for visse fugers vedkommende være nyttigt at overveje en ændring af den nuværende fugegeometri i mere udstøbningsvenlig retning.

### 2.2. VIBRERING

Til vibrering af fugebeton/mørtel kræves specielt vibratorudstyr, som dog ikke er særligt kostbart. Der skal endvidere sikres mod udsivning af fugebeton. Der må lægges vægt på omhyggelig udførelse og kontrol på byggepladsen, krav der desværre sjældent opfyldes.

STØBEVENLIGE FUGER = BEDRE LYDISOLATION

### 2.3. LETFLYDENDE FUGEMØRTEL

Ved mange elementsamlinger anvendes en tyndtflydende fugemørtel. Denne mørtel har den fordel, at den er let at transportere og udstøbe, fx ved hjælp af pumpe eller i bøl med skod og tud. Det vil normalt være nødvendigt at kontrollere fugernes tæthed, se afsnit 2.5.

### 2.4. TILSÆTNINGSMIDLER

Blandt de mange tilsætningsmidler, der findes på markedet, er midler med følgende egenskaber:

- a. plastificerende,
- b. expanderende,
- c. frostbeskyttende.

Det anbefales at anvende plastificerende midler. De omtalte additiver må bedømmes ud fra deres evne til at sikre fugebetonens tæthed, styrke og volumen. Der savnes en samlet neutral afprøvning af de mange muligheder i relation til de særlige problemer ved elementfugers udstøbning.

### 2.5 TÆTNING

Anvendelse af vibrering og/eller letflydende fugemørtel kræver tætte fuger. Det vil som regel være nødvendigt at udføre særlige tætningsforanstaltninger, også for såkaldt selvforskallende fuger. Tætningsarbejdet må udføres på de færdigt monterede fuger, bl. a. for at tage hensyn til de variationer i fugemålene, der optræder under montage, og for at eftergå utætheder som følge af beskadigede elementkanter m. v.

### 2.6 ELASTISK UNDERLAG

For at hindre lydtransmission er det i mange samlinger, især ved trapper og altaner, nødvendigt at oplægge elementerne på et elastisk underlag. Neoprene synes bedst egnet til dette formål. Der må ved dimensionering af neoprenelejet regnes med en initial sammentrykning af materialet på maksimalt 15 %. Tykkelser under 8 mm må anses for uegnede. Såfremt sammentrykningen overstiger fabrikkernes forskrifter, vil materialets lyd-dæmpende egenskaber aftage.

MINDRE STØJ FRA TRAPPEHUS = TRAPPEREPOS PÅ ELASTISK UNDERLAG

Etagekrydset består af dækelementer lagt af på massive vægelementer. Dette knudepunkt mellem væg og dæk frembyder mange muligheder for dannelse af utætheder, hvor igennem lydtransmission kan finde sted. Det er vanskeligt at lokalisere eventuelle utætheder.

### 3.1 DÆKELEMENTER

Hule dækelementer forekommer i tykkelser fra 18 cm, svarende til mindste egenvægt på ca. 290–300 kg/m<sup>2</sup>. Sådanne dæk vil med gængs gulvkonstruktion, fx trægulve på strøer på bløde brikker, opfylde bygningsreglementets krav om lydisolering under forudsætning af korrekt tæt udstøbning af vederlag og langs-gående fuger. Det er endvidere en nødvendig forudsætning, at strøerne er korrekt oplagt på underlaget.

Ved anvendelse af tynde gulvbelægninger, fx tæpper, kan man ikke med de i dag almindeligt forekommende dækelementtykkelser påregne tilstrækkelig luftlydisolering med mindre dækket forsynes med et mindst 2 cm tykt betonafretningslag, eller gulvet udføres svømmende.

Opmærksomheden henledes på risikoen for revnedannelser i dækkene ved kerneudtrækningen under produktion.

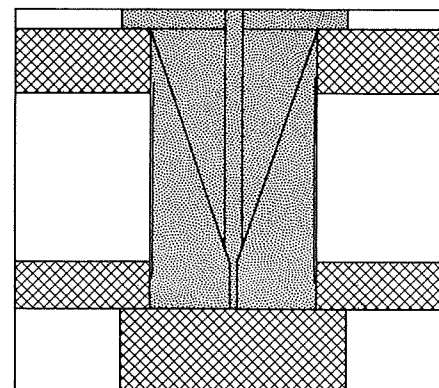
Der skal altid udføres omhyggelig udstøbning af både langs- og tværgående fuger.

SVØMMENDE KONSTRUKTIONER = BEDRE ISOLERING MOD TRINLYD

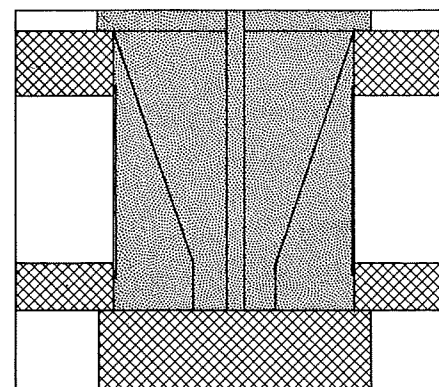
### 3.2 VEDERLAGSBREDDE

Dækvederlagets størrelse er i reglen bestemt ud fra statiske og udførelses-tekniske krav, hvorimod de lydtekniske forhold sjældent har været dimensionsbestemmende. Ved de maksimumvederlag, der kan optræde på grund af tolerancerne, vil den ringe knastafstand i forbindelse med et eventuelt svæv mellem knaster og vægoverside medføre risiko for utætheder igennem etagekrydset. Risikoen er størst ved 150 mm vægelementer. Ved at øge vægtykkelsen til 180 mm og rykke dækkene fra hinanden kan udstøbningsen let gøres tæt. Se også afsnit 3.3. Denne løsning er allerede indført i nogle montagebyggerier.

Anvendelsen af neutralzone vil komplicere modulplanlægningen. Generel regulering af dæklængder kan først foretages, når vægtykkelsen 180 mm er almindeligt accepteret.



Figur 9, mål 1:5



Figur 10, mål 1:5

Figur 9: Etagekryds med 150 mm vægelement.

Figur 10: Etagekryds med 180 mm vægelement.

STØRRE NEUTRAL ZONE = STØRRE SIKKERHED MOD UTÆTHEDER

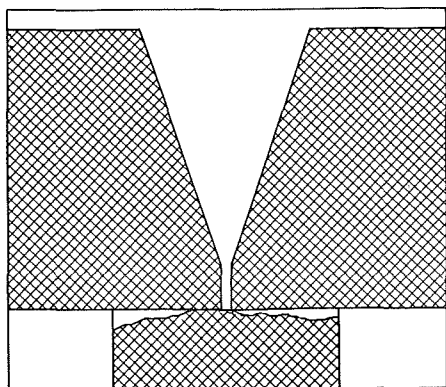


## 3.3 KNASFUGE

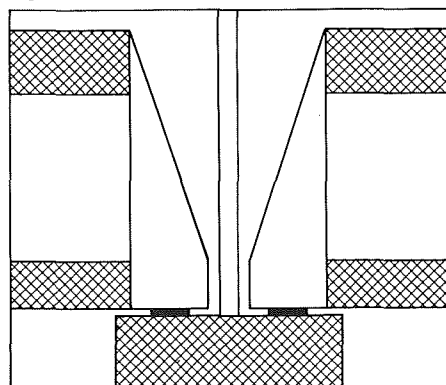
I betonelementbyggeri lægges dækelementerne i de fleste tilfælde af med knasfuge. Det er her vigtigt, at vederlaget er omhyggeligt reguleret i vandret plan, og at dækelementerne ikke er vindskæve, da svævende knaster ikke bliver fuldstændig understøbt, se også afsnit 3.2.

## 3.4 OPKLODSNING

Dækelementer kan i nogle tilfælde være opklodsede på vederlagene for at en understøbning under knasterne kan sikres, se figur 12. Dette kan tillige indebære akustiske fordele. En passende opklodningshøjde, således at der er et rimeligt forhold mellem mørtelens bearbejdelighed og opklodningshøjden, er dog den absolutte forudsætning. En opklodning bestående af 3 mm hård træfiber giver med sædvanlig mørtel og manglende vibrering ingen sikkerhed for underløbning og må derfor anses for utilstrækkelig.



Figur 11, mål 1:5



Figur 12, mål 1:5

Figur 11: Dækelementer aflagt med knasfuge.

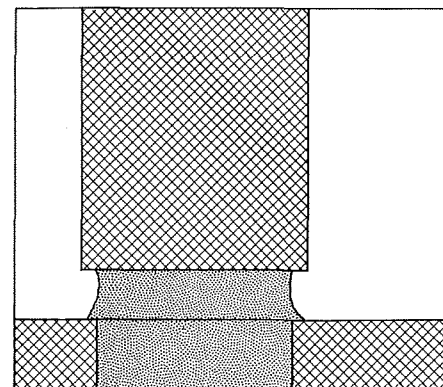
Figur 12: Dækelementer opklodset på vederlaget.

SAMLINGER UDEN TÆTNING = DÅRLIG LYDISOLERING

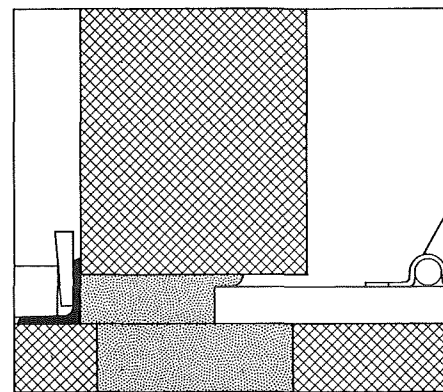
## 3.5 UNDERSTOPNING

Understopning af fugen under vægelementet foregår ofte i flere faser, idet stopningen midlertidigt udelades ud for monteringsbolten, som i de fleste tilfælde løsnes. Til tider glemmes denne efterstopning, hvilket forøger lydtransmissionen.

Forsøg har vist, at mørtelen bør være så flydende som praktisk muligt for at få en tæt understopning.



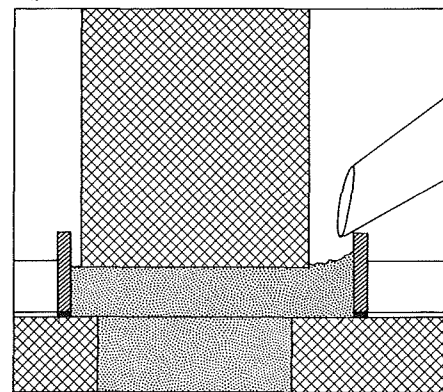
Figur 13, mål 1:5



Figur 14, mål 1:5

Figur 13: Mørtel af stampekonsistens, stampet uden modhold. Stampning skal foregå fra begge sider.

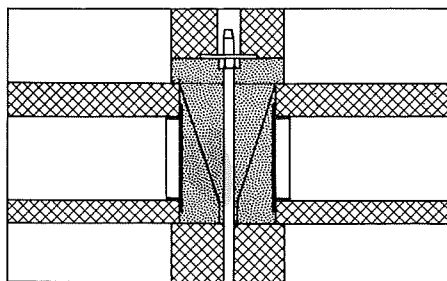
Figur 14: Mørtel af stampekonsistens stampet med modhold. Stampningen kan foretages med en speciel slæde, som giver større sikkerhed for effektiv tætning af fugen.



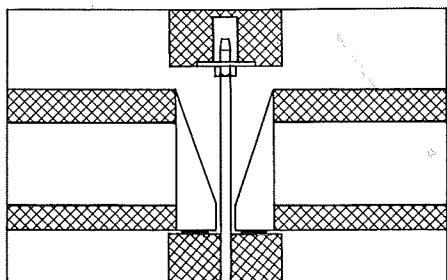
Figur 15, mål 1:5

Figur 15: Letflydende mørtel støbt i forskalling. Det fjerneste forskallingsbrædt må holdes i en sådan afstand fra vægelementet, at det er muligt for luften at undvige.

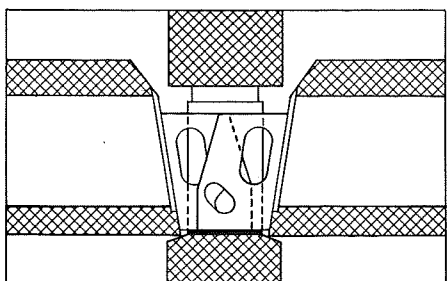
BEDRE UNDERSTOPNING = MERE ENSARTET LYDISOLERING



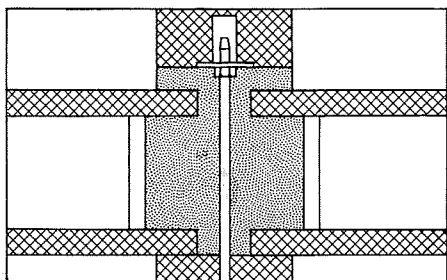
Figur 16



Figur 17



Figur 18



Figur 19

## 3.6 ETAGEKRYDSTYPER

Figur 16: Traditionelt etagekryds, vægelement 150 mm.

Fare for ringe eller ingen afstand mellem knasterne. I forbindelse med svævende dækknaster stor risiko for lydtransmission. Kan forbedres væsentligt ved indførelse af 180 mm vægelement og en tilsvarende forøgelse af mindste afstand mellem dækknaster.

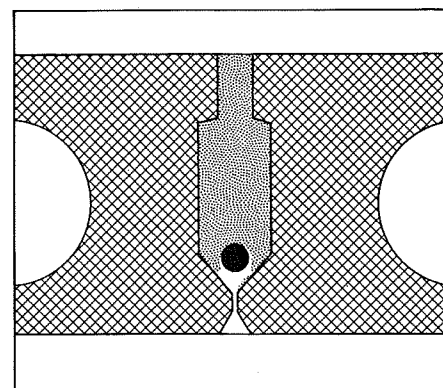
Figur 17: I princippet som figur 16, men den ringe opklodningshøjde på 3 mm giver endnu større chancer for utætheder ved traditionel udstøbning med tyktflydende mørtel.

Figur 18: 150 mm vægelement udformet med en opragende horst, der afbrydes af dækkets bæreknafter, her udformet som stålkonsoller. Disse er lagt af på indstøbte lejeplader og er sideværts sammenboltede med fjeder-skiver og møtrikker. Konstruktionen giver mulighed for et tilfredsstillende udstøbt etagekryds, under forudsætning af, at der anvendes tyndtflydende mørtel. Tætheden af udstøbningen omkring samlingsbeslagene er væsentlig.

Figur 19: Dæk uden knaster, vægelement 180 mm. Afstanden mellem dækenderne giver god mulighed for en tæt samling, som endda ikke vil forringes væsentligt, selvom vindskæve dækelementer skulle medføre svævende dækender.

VELUDFØRT TILSYN = INGEN UØNSKEDE HULLER I RÅBYGNINGEN

Samlingen mellem dækelementer har et meget smalt fugetværsnit, der i forbindelse med en evt. fugearmoring vanskeliggør en tæt udstøbning. Der bør derfor altid anvendes tyndtflydende mørtel. En ændring af elementernes geometri vil måske være en fordel, jfr. 2.1.

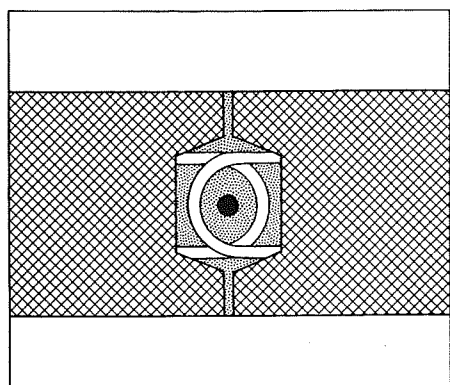


Figur 20, mål 1:5

Figur 20: Dækelementer med normalt fugetværsnit. Eksemplet viser vanskeligheden ved at gennemføre en tæt udstøbning med tyktflydende mørtel.

BEDRE LYDISOLATION = UNDGÅ SAMMENSTØDENDE BÆREKNASTER

Det er vigtigt, at fugerne mellem vægelementerne er tætte. Forsøg har vist, at omhyggelig stampning eller vibrening af fugerne medfører tilfredsstillende samlinger af uarmerede fuger. En alternativ, men dyrere løsning, er injicering fra neden.

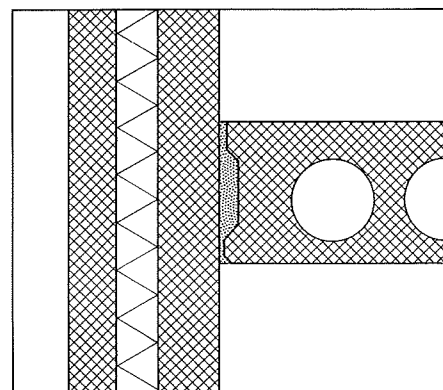


Figur 21, mål 1:5

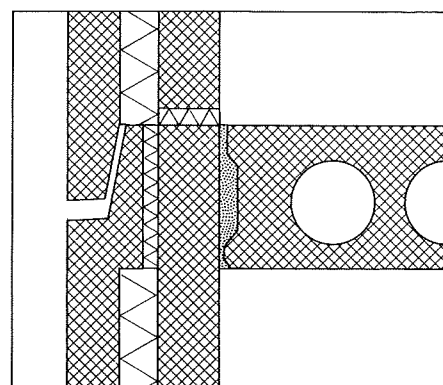
Figur 21: Hvor vægfugen af statiske grunde er armeret, bliver fugeudstøbningen vanskeligere og risikoen for utætheder dermed større.

FÆRRE SVINDREVNER = BEDRE LYDISOLATION

Samlingerne skal være elastiske, således at de kan optage formændringer, der fx kan skyldes langtidsdeformation af dækket eller hygrotermiske påvirkninger af facadeelementerne. Der er tillige risiko for transmission gennem de tilgrænsende ydervægge.



Figur 22



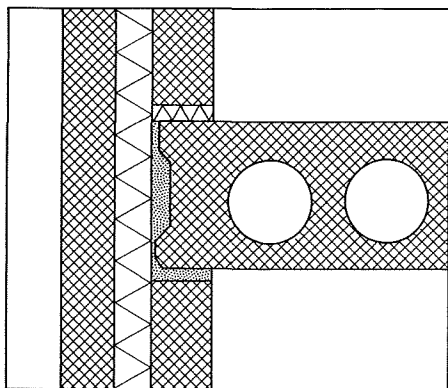
Figur 23

Figur 22: Sandwich-vægelementer monteret uden på den bærende konstruktion. Denne samling er ikke tilfredsstillende, fordi der ved deformationer er risiko for utætheder mellem den bærende konstruktion og ydervægelementet, selvom en elastisk fuge indskydes. Der vil desuden finde en betydelig flanketransmission sted gennem den indvendige skive. Størrelsen af denne transmission aftager med skivens tykkelse. Afhængig af den ønskede lydisolation bør skivens tykkelse være mindst 12–15 cm.

Figur 23: Sandwichvægge afbrudt ud for den bærende konstruktion. Flanketransmissionen er i dette tilfælde mindre end i eksemplet figur 22, men risiko for utæthed er den samme.

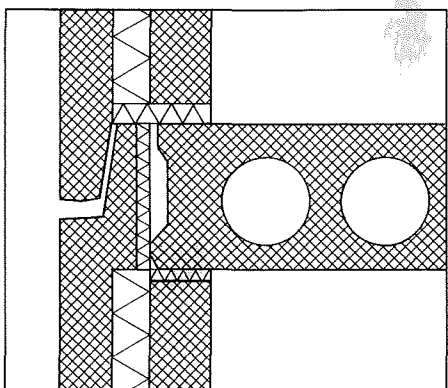
ELASTISKE SAMLINGER: DÆK-FACADE = BEDRE LYDISOLATION

I sandwichvægge kan lydtransmissionen ske i såvel den udvendige som i den indvendige skive. Lydtransmission fra den indvendige skive til den udvendige og omvendt afhænger af det mellemliggende isolationsmateriale og af forankringerne mellem de to skiver. Materialer med stor egenstivhed er lydteknisk set uegnede.



Figur 24

Figur 24: Kun udvendig skive på sandwichvæg passerer den bærende konstruktion. I dette tilfælde er der mindre risiko for utæthed. Flanke-transmission kan reduceres ved anvendelse af elastiske og lyddæmpende fuger, og ved anvendelse af blødt isoleringsmateriale mellem udvendig og indvendig skive.

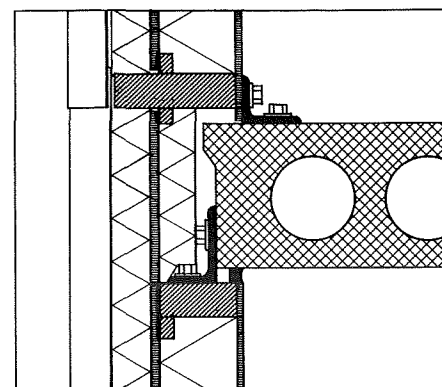


Figur 25

Figur 25: Udvendig skive i sandwichkonstruktion afbrydes foran bærende konstruktion. I dette tilfælde vil flanketransmissionen være minimal, når der anvendes elastiske og lyddæmpende fuger.

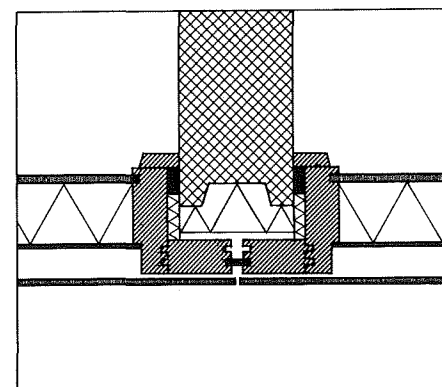
KORREKT KONSTRUKTION AF SANDWICHVÆGGE = BEDRE LYDISOLATION

Curtain walls, hvorved her forstås ydervægge ophængt uden på den bærende konstruktion, kan udføres af metal, træ eller beton. Disse vægges tilslutning til dæk og vægge er vanskelige at få tilstrækkeligt tætte.



Figur 26

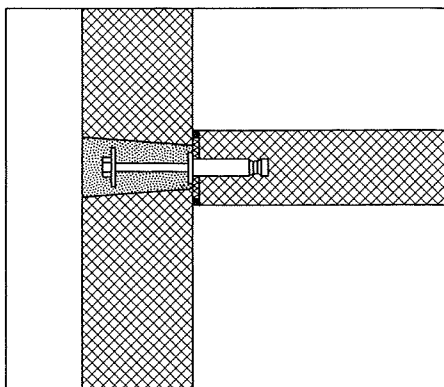
Figur 26: Snit i let ydervæg som udfyldningselement. Elementerne kan udføres af metal og eller træ. Der kan, når den udvendige dækplade har en lille tykkelse, ses bort fra flanketransmissionen. Derimod opstår ofte utætheder gennem fugerne ved tilslutningerne. Fugerne skal stoppes med mineraluld og forsegles.



Figur 27

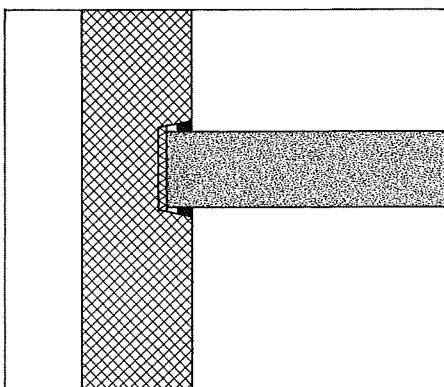
Figur 27: Let ydervæg som curtain wall. Det er med disse vægtyper i praksis umuligt at opnå en lydisolation svarende til, hvad der kræves mellem boliger, dels på grund af flanketransmission, dels på grund af fugens utæthed. Fugerne mellem en curtain wall af metal og eller træ og de tilsluttende vægge og dæk vil altid være underkastet store deformationer, hvorfor det er absolut nødvendigt at anvende en elastisk fugemasse, fx thiokol eller på polyurethanbasis.

KRITISK VALG AF KONSTRUKTIONER = BEDRE LYDISOLATION



Figur 28

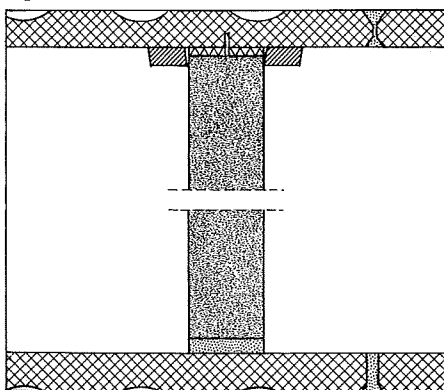
En tilfredsstillende lydisolations mellem en boligs enkelte rum er ønskelig, men det er ikke i øjeblikket noget lovkrav. En rimelig isolation kan i reglen etableres med forskellige typer af lette vægge, når disse sluttet til de omgivende bygningsdele med tætte samlinger. Nogle typer af lette vægge kan imidlertid også indvirke på lydisolations mellem boliger, idet lyden transmitteres i de lette vægge via dækket fra en bolig til en anden. Det gælder i særlig grad de forskellige plade-



Figur 29

Figur 28: Betonvæg forankret med bolte og inserts. Der bør anvendes få forankringer, da disse giver anledning til lydtransmission. Fugen mellem elementerne stoppes med mineraluld og forsegles med elastisk fugemasse.

Figur 29: Beton- eller letbetonvæg med nottilslutning. Fugen udfyldes med mineraluld og forsegles med elastisk fugemasse. Dette formindsker lydtransmissionen i samlingen.



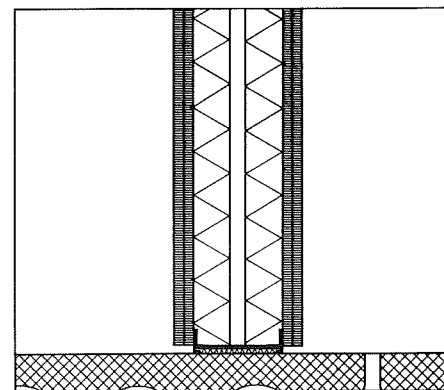
Figur 30

Figur 30: Letbetonvæg tilsluttet loft og gulv. Mod loftet anbringes de af myndighederne påbudte stålstiffter. Fugen udfyldes med mineraluld og forsegles med fugemasse. En styring af væggen kan opnås ved anbringelse af lister fastgjort til loftet. Elementet opløses forned og understoppes med mørtel. Den faste forbindelse giver anledning til lydtransmission, men understøtningen med mørtel kan næppe undgås.

ELASTISKE FUGER VED INDVENDIGE VÆGGE = MINDRE LYDTRANSMISSION

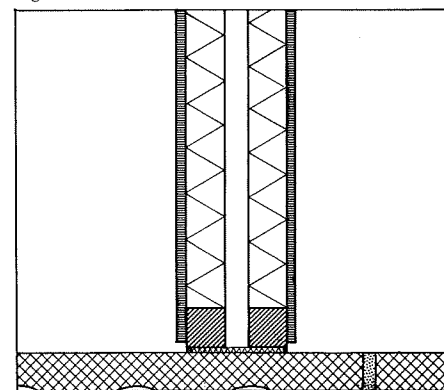
vægge af beton eller letbeton i tykkelser indtil 10–12 cm. Lydtransmissionen gennem de lette vægge fra en bolig til en anden formindskes ved at etablere elastiske og lyd-dæmpende tilslutningsfuger mellem de lette vægge og de omgivende bygningsdele. Den almindeligt anvendte fuger med mørtel giver en stor lydtransmission på grund af den bøjningsstive fuger. Med dobbelte pladevægge af beton

eller letbeton opnås i praksis sjældent den i laboratoriet målte lydisolations. Dette skyldes bl. a., at tilslutningerne i praksis i reglen afviger betydeligt fra de under laboratorieforhold anvendte. Medens udførelsesfejl ved enkeltvægge almindeligvis kun vil nedsætte lydisolations i begrænset omfang, vil udførelsesfejl ved dobbeltvægge meget ofte nedsætte lydisolations i en uacceptabel grad.



Figur 31

Figur 31: Pladebeklædt stål-skeletvæg tilsluttet loft og gulv. Denne konstruktion giver, når tilslutningerne udføres tætte, en god lydisolations med minimal flanketransmission på grund af den forholdsvis ringe stivhed i profiler og beklædningsplader.

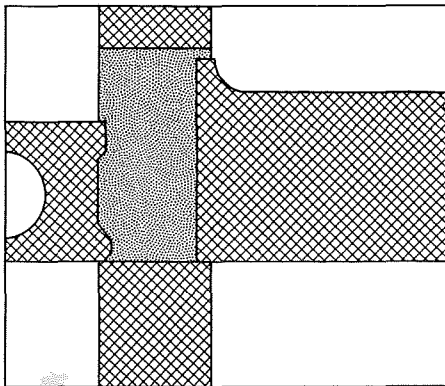


Figur 32

Figur 32: Dobbelt pladevæg med mellemliggende mineraluld. For at denne vægkonstruktion skal kunne give den forventede lydisolations svarende til den i laboratoriet målte værdi, er det absolut nødvendigt, at tilslutninger til omgivende bygningsdele udføres nøjagtigt som ved opsætning i laboratoriet og med helt tilsvarende materialer.

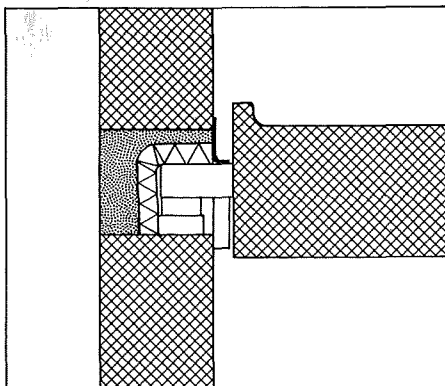
KORREKT UDFØRTE TILSLUTNINGER = BEDRE LYDTRANSMISSION

Der må principielt stilles krav om, at både reposer og trappeløb holdes fri af væggene. I de fleste tilfælde gennemføres dette ikke, idet der etableres mekaniske stive forbindelser mellem hovedreposer og vægge.



Figur 33

*Figur 33: Repos indstøbt i trappeskillevægge. Bør kun anvendes i forbindelse med bløde belægnings på trappeløb og reposer.*



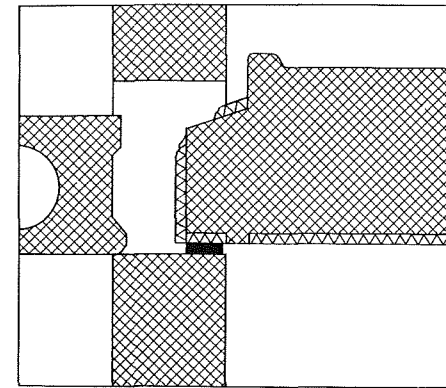
Figur 34

*Figur 34: Vederlag med ståldorn. Dornen aflægges på en trykfordelende plade med et elastisk underlag. Der kan under montagen være risiko for, at opklodsningen forskubbes, hvorfor en nøje kontrol af arbejdsudførelsen må gennemføres.*

*Efter aflægningen pakkes omkring dornen med isolerende materiale. Under den efterfølgende udstøbning af nichen kan der være risiko for etablering af en fast mekanisk forbindelse – lydbro – mellem dorn og råbygning.*

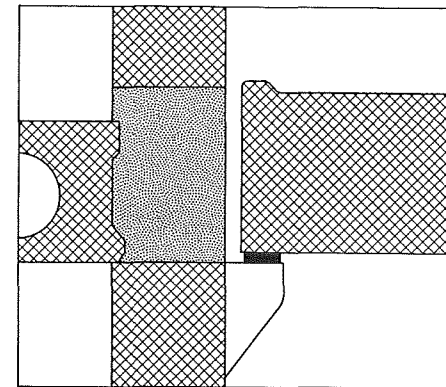
*Ved mellemreposer med gennemgående udsparinger kan arbejdsudførelsen foregå fra den modsatte side af trappeskillevæggen, men i så fald må der foretages en omhyggelig lukning af udsparingerne efter montagen.*

MINDRE STØJ FRA TRAPPEHUS = TÆPPEBELÆGNING PÅ ALLE REPOSER OG TRIN



Figur 35

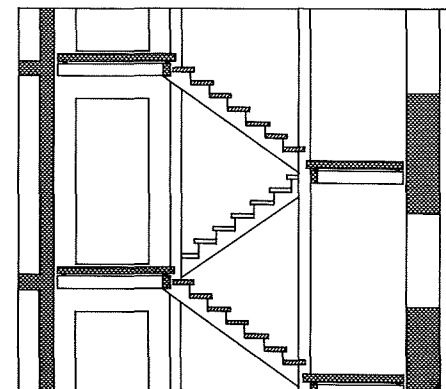
Lydtransmissionen kan nedsættes ved at trappeelementerne lægges af på dimensionerede elastiske underlag. Det er imidlertid en forudsætning, at en eventuel senere tilstøbning ikke ophæver virkningen af de elastiske understøtninger.



Figur 36

*Figur 35: Vederlag med reposknast, der fra fabrikken er forsynet med isoleringslag. Der er betydelig risiko for beskadigelse af isoleringslaget. Ved en forkert udført efterstøbning kan opstå de samme ulemper som beskrevet under figur 34.*

*Figur 36: Aflægning på vægkonsol. Elementet er helt frigjort fra væggen, og kontrol af neoprenebrikkens placering kan foretages under og efter montagen. Må regnes for den lydteknisk set bedste løsning.*



Figur 37, mål 1:100

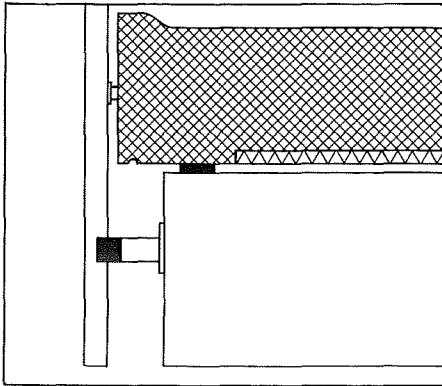
*Figur 37: Trappesystem udformet som en selvbærende konstruktion uden vederlag på de omgivende vægge. En lydteknisk god løsning, såfremt der igennem de nødvendige stabiliseringspunkter (beslag) kun sker en ringe transmission af lydenergi.*

MINDRE STØJ FRA TRAPPEHUS = OPSÆTNING AF LYDABSORBERENDE MATERIALE

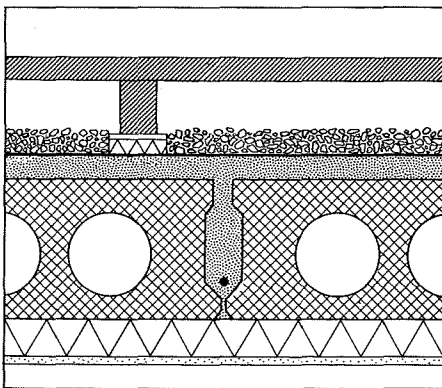


Disse konstruktioner består normalt af plader lagt af på konsoller eller vægge, der indgår i den bærende konstruktion.

Pladerne bør aflægges på elastisk underlag eller forsynes med lyddæmpende slidlag. Ofte består det elastiske underlag af 3 mm neoprene. Denne tykkelse er utilstrækkelig og bør forøges med 8–10 mm. På grund af underlagets tykkelse må pladen styres i langs- og tværgående retning.



Figur 38



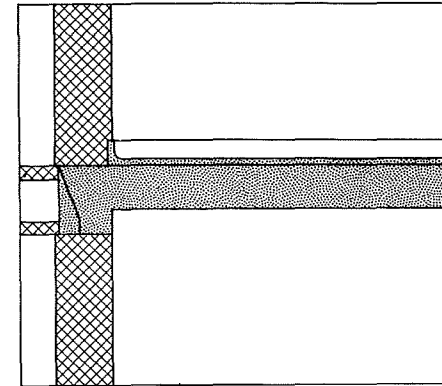
Figur 39

Figur 38: Altanrækværket må ikke danne fast forbindelse – lydbro – mellem altanplade og bærende konstruktion.

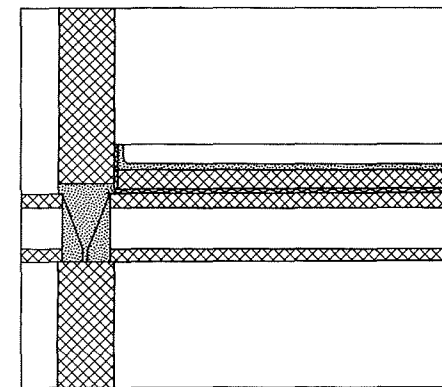
Figur 39: Opholdsrum placeret under terrasser skal isoleres mod trinlyd. Terrassegulvene kan udføres af riste eller plader oplagt på elastisk underlag eller være forsynet med en elastisk, lyddæmpende belægning.

RIGTIGT OPLAGTE ALTANPLADER = MINDRE TRANSMISSION AF TRINLYD

Det er vigtigt, at der etableres en tilfredsstillende lydisolering mod såvel luft- som bygningslyd fra bade- og toiletrum. Medens luftlydtransmissionen til beboelsesrum i naboboliger er underlagt krav i bygningsreglementet, er dette ikke tilfældet med beboelsesrum i egen bolig. Vægge, der i en bolig adskiller beboelsesrum fra baderum og/eller toiletrum, bør ikke udføres med en lydisolering, der er mindre end lydisoleringen for en 10 cm letbetonvæg.



Figur 40, mål 1:20



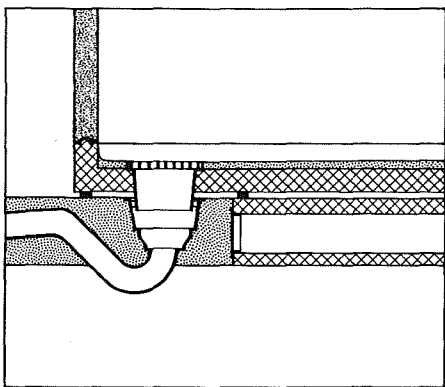
Figur 41, mål 1:20

Figur 40: Et støbt gulv forsynet med elastisk lyddæmpende belægning. Gulvbelægnings med lyddæmpende egenskaber svarende til vinyl med skumunderlag vil i reglen være tilfredsstillende.

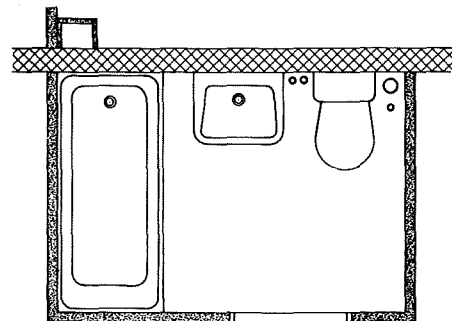
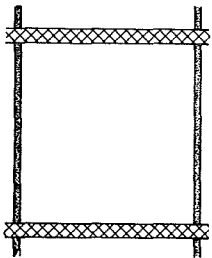
Figur 41: Svømmende gulv støbt på stedet. Svømmende gulv på 5–10 mm underlag af bitumineret bølgepap eller lignende vil i almindelighed være tilfredsstillende. Det må ved udstøbningen af den svømmende plade sikres, at betonen ikke kan trænge gennem eller uden om det isolerende underlag og herved danne stive forbindelser mellem den svømmende plade og rådækket eller omgivende vægge. Rørforbindelser skal udføres således, at de ikke danner stive forbindelser mellem den svømmende plade og rådhuset, fx med elastiske koblinger. Dette gælder også afløbsrør. Der henvises i øvrigt til efterfølgende afsnit 11.

MINDRE STØJ FRA TOILET- OG BADERUM = ANVENDELSE AF SVØMMENDE GULVE

Traditionelle gulve i bade- eller toiletrum giver i omliggende beboelsesrum ofte anledning til trinlydniveauer, som er utilladeligt høje. Trinlydniveauet kan fx nedsættes ved anvendelse af lydæmpende belægninger eller ved anvendelse af svømmende gulve.



Figur 42, mål 1: 20

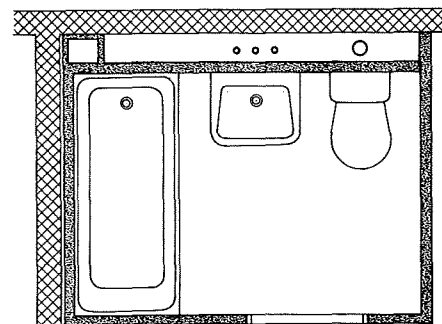
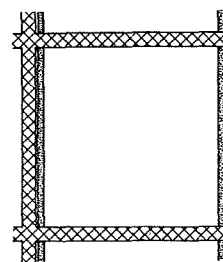


Figur 43, mål 1:50, 1:100

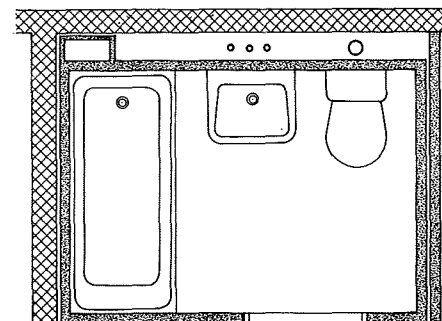
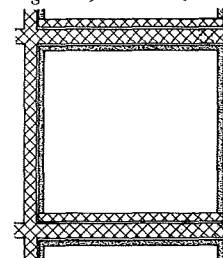
Figur 42: Præfabrikeret gulvplade med gulvafløb. Pladen aflægges på elastisk underlag, fx 8–10 mm brikker af neoprene. Understøtninger og plade dimensioneres således, at understøtning langs pladekanten kan undværes. Kravene til rørforbindelser er de samme som nævnt i eksemplet figur 41.

Figur 43: Præfabrikeret baderum udført med bærende dækkonstruktion og en eller flere bærende vægge. Denne udførelse adskiller sig lydteknisk ikke fra den traditionelle udførelse. Forbedring af isolationen mod trinlyd kan ske som nævnt under eksemplerne figur 40–42. Baderummets ikke bærende vægge som afgrænser beboelsesrum bør have en lydisolering svarende til 10 cm letbeton.

SELVBÆRENDE BADEKABINER = BEDRE LYDISOLATION



Figur 44, mål 1:50, 1:100



Figur 45, mål 1:50, 1:100

Kravene til gulvene og belægningerne afhænger af, om det direkte underliggende rum er et beboelsesrum. Da dette meget sjældent er tilfældet, kan der som regel anvendes ringere belægninger og gulvudførelse end i beboelsesrum.

Figur 44: Præfabrikeret baderum udført med dækkonstruktion og ikke bærende vægge. Denne udførelse adskiller sig lydteknisk ikke fra den traditionelle udførelse. Der gælder for denne konstruktion de samme bemærkninger med hensyn til isolation mod luft- og trinlyd som anført i eksemplet figur 43.

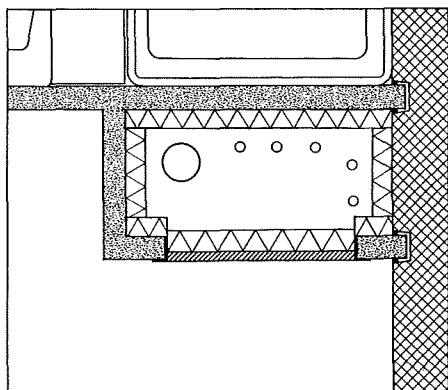
Figur 45: Præfabrikeret baderum med ikke bærende komponenter. Denne udførelse svarer med hensyn til isolation mod trinlyd til den i eksemplet figur 41 viste præfabrikerede svømmende plade. De anførte krav til underlagsbrikker gælder også for baderummet. Er rummets vægge udført af særligt lette materialer, fx glasfiberarmeret polyester, vil det være nødvendigt at træffe særlige isoleringsforanstaltninger med hensyn til luftlyd. Det ville være ønskeligt, at præfabrikerede baderum var omgivet af skillevægge med tilstrækkelig lydisolation.

MINDRE STØJ FRA INSTALLATIONER = ANVENDELSE AF STØJSVAGT ARMATUR

Installationer frembringer, afhængig af deres virkemåde, mere eller mindre støj, som kan transmitteres dels gennem faste bygningsdele, dels gennem installationerne.

Installationerne kan desuden på grund af deres udformning og tilstedeværelse medvirke til en forøget lydtransmission. Da det er væsentligt, at lydisoleringen i en bygning bestemmes af de adskillende bygningsdele og ikke af tilfældige installationer, må såvel valg som opsætning og fremføring af installationer ske under hensyntagen til lydisoleringen. Elevatorer og affaldsskakte skal tilstræbes placeret og udført således, at støjniveauet ikke virker generende i omliggende rum.

VVS-installationer bør fremføres i lydisolerede skakte, separate eller fælles, og må ikke fastgøres i lette vægge. Gennemføringer i skacters etageadskillelser skal være tætte, men med elastisk fuge mellem rør og beton, hvorimod faldstammer af plast skal faststøbes i etageadskillelsen. Fælles skakte bør indvendig beklædes med lydabsorberende materiale, og afstanden mellem rør og lette vægge eller dækplader bør være mindst 3 cm. Eventuelle rørbærere skal have elastisk mellemlæg.



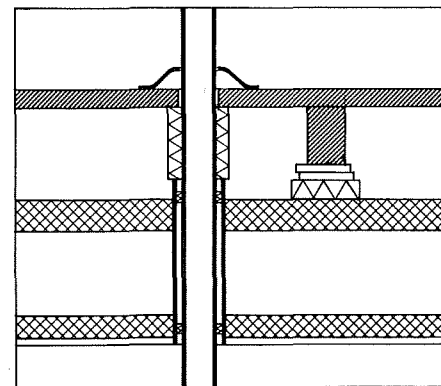
Figur 46, mål 1: 20

ELASTISKE RØRFORBINDELSER = BEDRE LYDISOLATION

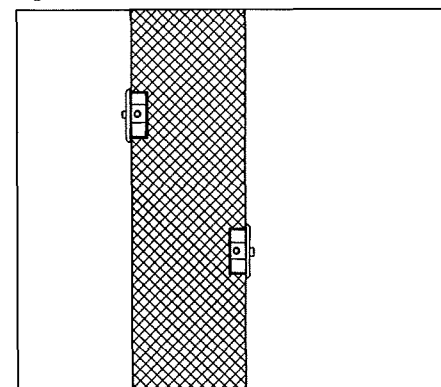
Ventilationskanaler til udsugningsanlæg fra køkken og baderum kan i almindelighed ikke med fordel forsynes med indvendig beklædning af lydabsorberende materiale, fordi dette med tiden tildækkes af urenheder. Ventilationsåbningerne skal forsynes med lydisolerede ventil eller lydsluse.

Indmurede badekar giver en større lydtransmission end fritstående kar. Hvor indmurede alligevel anvendes, bør de ikke opsættes mod lette vægge.

El-installationer føres ofte under skillevægge. Huller til gennemføringer for el-ledninger skal lukkes tæt. Udspæringer til el-dåser i en væg må ikke anbringes ud for hinanden med direkte indbyrdes forbindelse. Udspæringer i boligbegrænsende vægge må ikke overstige 50 % af vægtykkelsen. Udspæringer til el-skabe må ikke udgøre mere end 10 % af vægarealet, hvis udspæringsdybden er 50 % af vægtykkelsen.



Figur 47



Figur 48

RØRGENNEMFØRINGER UDEN TÆTNING = NEDSAT LYDISOLATION

Figur 47: Rørgennemføringer til varme anlæg skal udføres med tætte bøsninger, der tillader bevægelse af rørene.

Figur 48: Forskudt placering af el-dåser for at undgå lydtransmission.

## MERE OM LYD

---

Byggeriets Akustiske Målestation er oprettet i 1967 af Statens Byggeforskningsinstitut. Målestationens hovedopgave er at udføre akustiske målinger for arkitekter, ingeniører, offentlige eller private bygherrer, myndigheder m. m. Desuden gennemfører målestationen akustiske forskningsopgaver.

### BAM'S MÅLESERVICE

Målestationen råder over en målevogn, der er udstyret til at kunne løse akustiske måleopgaver overalt i landet. Da resultater fra afprøvning af lydisolations i bygninger giver en væsentlig del af den viden, som er nødvendig for at kunne forbedre den akustiske kvalitet i det fremtidige byggeri, tilbyder BAM, når tilfredsstillende målebetingelser er til stede, til en fast pris at udføre afprøvning af lydisolations i bygninger. I øvrige tilfælde fastsættes prisen for akustiske undersøgelser efter medgået tid.

På grundlag af måleresultaterne udarbejdes en rapport, hvori der redegøres for isolationen mod luft- og trinlyd bedømt i forhold til kravet i bygningsreglementet.

### KONTAKT MED BAM

Af hensyn til målestationens undersøgelsesprogram bør undersøgelser rekvireres i god tid. Henvendelse rettes til:

### BYGGERIETS AKUSTISKE MÅLESTATION

*Lundtoftevej 7, 2800 Lyngby. – Telefon (01) 88 09 00*

### ANDRE SBI-PUBLIKATIONER OM LYD:

*Støj i boliger.* Preben Ankerstjerne, Johannes Brixen og Jørgen Petersen. SBI-anvisning 58. 2. reviderede udgave 1969. 48 sider. A5. Kr. 16,70. *Bygningsakustik I.* Grundlag, rumakustik. Jørgen Petersen. SBI-anvisning 65. 1966. 42 sider. A5. Kr. 13,80. *Støj fra installationer.* Jørgen Kristensen og Kaj Ovesen. SBI-anvisning 79. 1970. 84 sider. A4. Kr. 28,75. *Undersøgelse af lydisolations mellem boliger i rækkehuse og lignende bebyggelser.* Jørgen Kristensen. SBI-rapport 64. 1970. 40 sider & tvlr. A4. Kr. 23,00.

*LYD 1: Trægulve på stroer.* SBI-anvisning 78. 1970. 4 sider. A5. Pr. stk.: kr. 0,55. 100 stk.: kr. 35,90. 500 stk.: kr. 126,50.

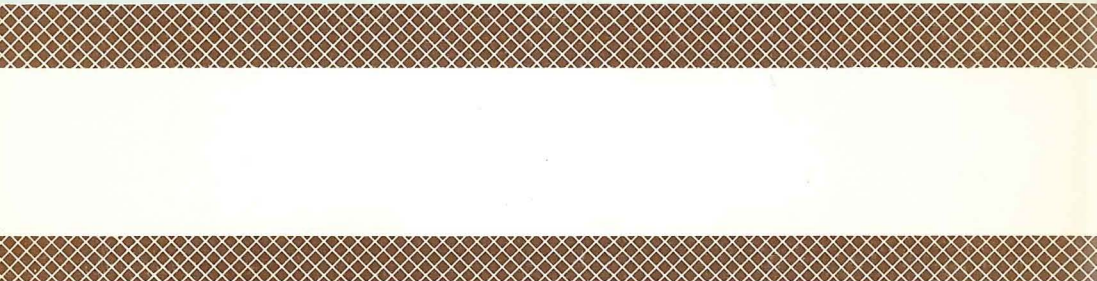
*LYD 2: Svømmende betongulve.* SBI-anvisning 81. 1970. 4 sider. A5. Pr. stk.: kr. 0,55. 100 stk.: kr. 35,90. 500 stk.: kr. 126,50.

*LYD 3: Pladebeklædte træskeletvægge, enkelte.* SBI-anvisning 84. 1971. 6 sider. A5. Pr. stk.: kr. 0,55. 100 stk.: kr. 35,90. 500 stk.: kr. 126,50.

*LYD 4: Pladebeklædte træskeletvægge, dobbelte.* SBI-anvisning 85. 1971. 8 sider. A5. Pr. stk.: kr. 0,55. 100 stk.: kr. 35,90. 500 stk.: kr. 126,50.

*LYD 5: Pladebeklædte stålskeletvægge, enkelte.* SBI-anvisning 86. 1971. 6 sider. A5. Pr. stk.: kr. 0,55. 100 stk.: kr. 35,90. 500 stk.: kr. 126,50.

*LYD 6: Pladebeklædte stålskeletvægge, dobbelte.* SBI-anvisning 87. 1971. 8 sider. A5. Pr. stk.: kr. 0,55. 100 stk.: kr. 35,90. 500 stk.: kr. 126,50.



**Denne anvisning præsenterer en række byggetekniske detaljer, hvis rigtige udførelse er en forudsætning for at opnå den til de anvendte konstruktioner svarende optimale lydisolation. Anvisningen henvender sig til producenter, projekterende og udførende, men den vil med fordel kunne læses af alle, som er interesseret i lydisolationsproblemer.**